

Из рисунков видно, что кроме порозности и числа Рейнольдса, на коэффициент сопротивления трению в садке влияет безразмерная высота садки ($\frac{H}{d}$). Это объясняется небольшими в эксперименте значениями $\frac{H}{d}$. При $H \gg d$ высота слоя на коэффициент сопротивления не влияет.

Список использованных источников

1. Бровкин Л. А. Температурные поля тело при нагреве и плавлении в промышленных печах. – Иваново : ИЭИ, 1973. – 364 с.
2. Китаев Б. И. [и др.] Тепло- и массообмен в плотном слое. М. : Металлургия, 1972. – 430 с.
3. Гоберис С. Ю. [и др.] Температурные и скоростные поля в газовой вагранке // Изв. вузов. Черная металлургия, 1986. № 7. С. 119–122.

УДК 622.32:665.72

ПРИМЕНЕНИЕ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА В ТЕПЛО И ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ, КАК СПОСОБ ЕГО УТИЛИЗАЦИИ

APPLICATION OF CONTINUOUS OIL-GAS IN HEAT AND ELECTRIC POWER, AS THE WAY OF ITS DISPOSAL

Шеин В. М, Краснова Н. П.

Самарский государственный технический университет, г. Самара
shein512.54@gmail.com,

Shein V. M, Krasnova N. P.

Samara State Technical University, Samara

Аннотация: В данной работе рассматриваются перспективы и проблемы использования ПНГ в тепло и электроэнергетике. К числу основных проблем развития нефтяного комплекса относят проблему

утилизации. Одним из решений данной проблемы предлагается его использование в качестве топлива на электростанциях для получения электрической и тепловой энергии, либо для дальнейшей переработки. Предлагается модернизация конвективной конструкции котла, который будет работать с таким сложным теплоносителем как попутный нефтяной газ.

Abstract: In this paper, the perspectives and problems of using APG in heat and power engineering are considered. Among the main problems of the development of the oil complex include the problem of utilization. One of the solutions to this problem is its use as fuel in power plants to generate electricity and heat, or for further processing. It is proposed to modernize the convective design of the boiler, which will work with such a complex coolant as associated petroleum gas.

Ключевые слова: энергоэффективность, энергосбережение, попутный нефтяной газ, утилизация, котел, перспективы использования, новые материалы.

Key words: energy efficiency, energy saving, associated petroleum gas, utilization, boiler, prospects for use, new materials.

В настоящее время одной из стратегических задач нефтяного комплекса является максимально полная утилизация и сбережение ресурсов попутного нефтяного газа. Энергетическая стратегия РФ на период до 2030 г. предусматривает, что эффективно будет использоваться 95 % извлекаемого попутного нефтяного газа. Попутный нефтяной газ (ПНГ) – это природный углеводородный газ, растворенный в нефти или находящийся в «шапках» нефтяных и газоконденсатных месторождений [1]. Приблизительное содержание ПНГ в 1 тонне нефти, может составить от одного-двух до нескольких тысяч кубометров. Главным отличием попутного нефтяного газа от природного состоит в составе газа. Помимо метана и этана, пропана, бутана имеет пару тяжелых углеводородов. Тяжелые углеводороды дают рост теплоты сгорания, но для сжигания газа такого типа

требуется большой объем воздуха. В зависимости от месторождения, в ПНГ содержатся также не углеводородные компоненты: сероводород и меркаптаны, углекислый газ, азот, гелий и аргон. Примерный состав попутного нефтяного газа представлен в таблице.

Примерный состав попутного нефтяного газа

Месторождение	Состав газа, % масс.								
	CO ₂	N ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	IC ₄ H ₁₀	nC ₄ H ₁₂	IC ₅ H ₁₂	nC ₅ H ₁₂
Самотлорское	0,59	1,48	60,64	4,13	13,05	4,04	8,6	2,52	2,65
Варьёганское	0,69	1,51	59,33	8,31	13,51	4,05	6,65	2,2	1,8
Аганское	0,5	1,53	46,94	6,89	17,37	4,47	10,84	3,36	3,38
Советское	1,02	1,53	51,89	5,29	15,57	5,02	10,33	2,99	3,23

Итоги 2016 г. показали, что доля полезного использования ПНГ выросла до 87 % (при гос. нормативе 95 %). По данным Министерства природных ресурсов и экологии РФ (МПР), из 55 млрд кубометров ежегодно добываемого в России ПНГ лишь 26 % (14 млрд кубометров) направляется в переработку, остальное идет на нужды промыслов и сжигание в факелах. По расчетам МПР, из-за сжигания ПНГ Россия ежегодно теряет около 139,2 млрд руб. Однако к 2020 г. ожидается ужесточение штрафов за сверхнормативное сжигание ПНГ на факелах. Эксперты констатируют: специальную программу утилизации ПНГ реализуют несколько крупных добывающих компаний. В то же время, факелы продолжают гореть на новых месторождениях. В результате горения газа в факелах в России ежегодно образуется почти 100 млн т выбросов: CO₂, метана и т. д., что приводит к увеличению заболеваемости местного населения онкологическими заболеваниями [2].

Возможные пути утилизации попутного газа:

—закачка в недра для повышения пластового давления и, тем самым, эффективности добычи нефти. В России практически не применяется;

–использование на местах для выработки электроэнергии, идущей на нужды нефтепромыслов, а также в качестве топлива на электростанциях;

–переработка на газоперерабатывающих заводах с получением сухого отбензиненного газа (СОГ), сжиженных газов (СУГ) и стабильного газового бензина (СГБ).

По мнению экспертов, решение проблемы утилизации попутного газа – это не только вопрос экологии и ресурсосбережения, это еще и потенциальный проект стоимостью 10–15 млрд долларов. Только утилизация объемов ПНГ позволила бы ежегодно производить до 5–6 млн тонн жидких углеводородов, 3–4 млрд кубометров этана, или 60–70 тысяч ГВт·ч электроэнергии [3]. Малые газовые компрессорные установки – это новое актуальное предложение в перечне оборудования, производимого и поставляемого ЭНЕРГАЗом, но они требуют увеличенных затрат на систему газоочистки и эксплуатационных затрат на техническое обслуживание оборудования. Опытным путем было установлено, срок службы труб колеблется в пределах 7–13 мес. Фактическая цена попутного газа на ГПЗ составляет 600–1200 руб./тыс. куб. м, а себестоимость добычи – около 4–5 тыс. руб./тыс. куб. м, что не позволяет нефтяным компаниям компенсировать расходы по добыче и транспортировке ПНГ [4].

Для решения сразу нескольких проблем предлагается, как говорилось выше использовать попутный нефтяной газ в автономных электростанциях в котлах где теплоносителем как раз будет попутный нефтяной газ. Работа котла контролируется электрозависимой котловой автоматикой. Особенностью конструкции котла является его ремонтоспособность в процессе эксплуатации (возможность отсоединения нагревательного элемента от горловины котла с его выемкой с фронтальной стороны). При этом котел остается на месте с подсоединенной системой отопления и дренажа. На рисунке представлена схема котла

Так как ПНГ имеет очень коррозионно-агрессивную, кислую, сероводородную среду, и трубы из обычных металлов и сплавов будут подвержены частому разъеданию и выходу из строя, предлагается

модернизировать конвективную часть теплообменника, а именно заменить классические стальные трубы, на стали из материалов устойчивых к подобным условиям. Предлагается несколько наиболее устойчивых к таким условиям материалов. Первый – сталь 09Г2С. Сталь из того же самого материала из которого сделан и фильтр для подготовки ПНГ к транспортировке в теплообменник. Сталь 09Г2С широко применяется при производстве труб для работы при температуре от -70 до $+425$ °С, имеет повышенный предел выносливости. Сопротивление коррозии находится на уровне сопротивления коррозии сталей для глубокой вытяжки. Стоимость около 50 тыс. руб. за тонну.

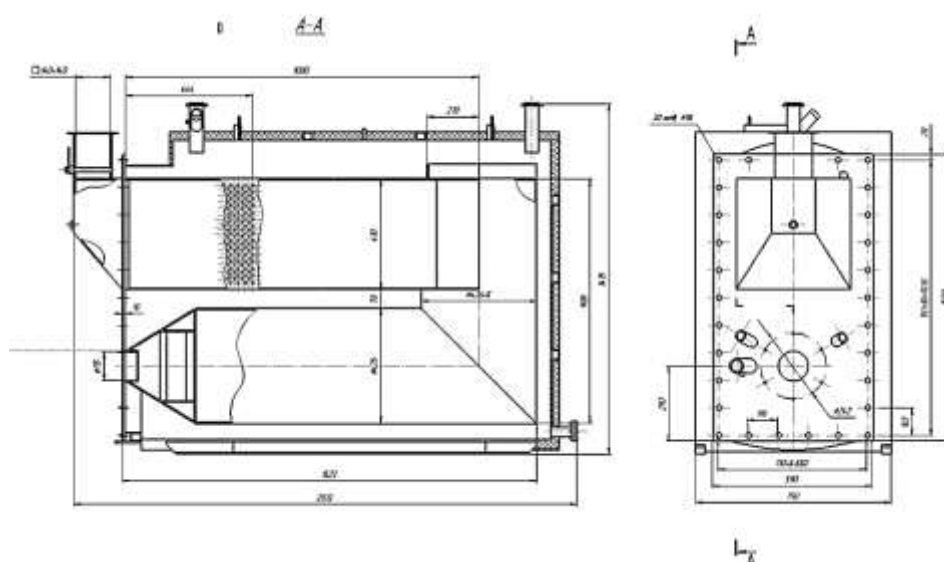


Схема котла

Второй – сплав ХН65МВУ. Используется в наиболее жестких условиях (агрессивные среды, и среды кислого характера). Температурный диапазон работы при температуре стенки от -70 до 500 °С. Согласно ГОСТ5632-72 данный материал является высоколегированным, и сплав – коррозионностойкий, жаростойкий. Стоимость 1 т труб из данного сплава около 80 тыс. руб. Но с учетом оптимизации энергозатрат, при использовании в качестве теплоносителя ПНГ, будет достигнута достаточно быстрая окупаемость [5].

Попутный нефтяной газ нужен России – это утверждение можно назвать прямым руководством к действию как государственными структурами, так и бизнес-сообществом. Одним из выгодных и

эффективных путей использования попутного газа и минимизации вредных выбросов в атмосферу является выработка электроэнергии и тепла. Применение котла данной конструкции дает возможность для эффективной утилизации попутного газа. Производство электричества из практически бросового сырья позволяет снизить себестоимость собственной электроэнергии месторождений в 2–3 раза по сравнению с сетевыми тарифами.

Список использованных источников

1. Что такое попутный нефтяной газ? [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gazprominfo.ru/articles/associated-gas/> (дата обращения 11.11.17)
2. Кутепова Е. А. Проблемы и перспективы использования ПНГ в России: ежегодный обзор. Вып. 3. М. : WWF-России, КПИМГ, 2011. 43 с.
3. Савенюк О. В. Разработка принципов, методов и технологий ресурсосбережения для нефтедобычи с учётом комплекса факторов. М. : Горная книга, 2013. 64 с.
4. Тетельмин В. В., Язев В. А. Попутный нефтяной газ. Технологии добычи, стратегии использования. М. : ИД Интеллект, 2013. 208 с.
5. Марки металлов [Электронный ресурс]. URL: http://metallischekiy-portal.ru/marki_metallov/stk/09G2S (дата обращения 12.11.17)

УДК 620.91

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГОРЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ЖИДКОГО ТОПЛИВА В КОТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКЕ

COMPUTER SIMULATION OF COMBUSTION OF VARIOUS LIQUID FUELS IN BOILER PLANT

Щукин С. А., Щукина Н. В., Лошкарев Н. Б.
Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург,
ekzentro@mail.ru

Shchukin S. A., Schukina N. V., Loshkariov N. B.
Ural Federal University, Ekaterinburg